

(19)



(11) Publication number: **10233645 A**

Generated Document.

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**

(21) Application number: **09036001**

(51) Intl. Cl.: **H03H 9/25 H03H 9/145**

(22) Application date: **20.02.97**

(30) Priority:	(71) Applicant: <b>MURATA MFG CO LTD</b>
(43) Date of application publication: <b>02.09.98</b>	(72) Inventor: <b>FUJIMOTO KOJI</b> <b>KADOTA MICHIO</b> <b>YONEDA TOSHIMARO</b>
(84) Designated contracting states:	(74) Representative:

**(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE**

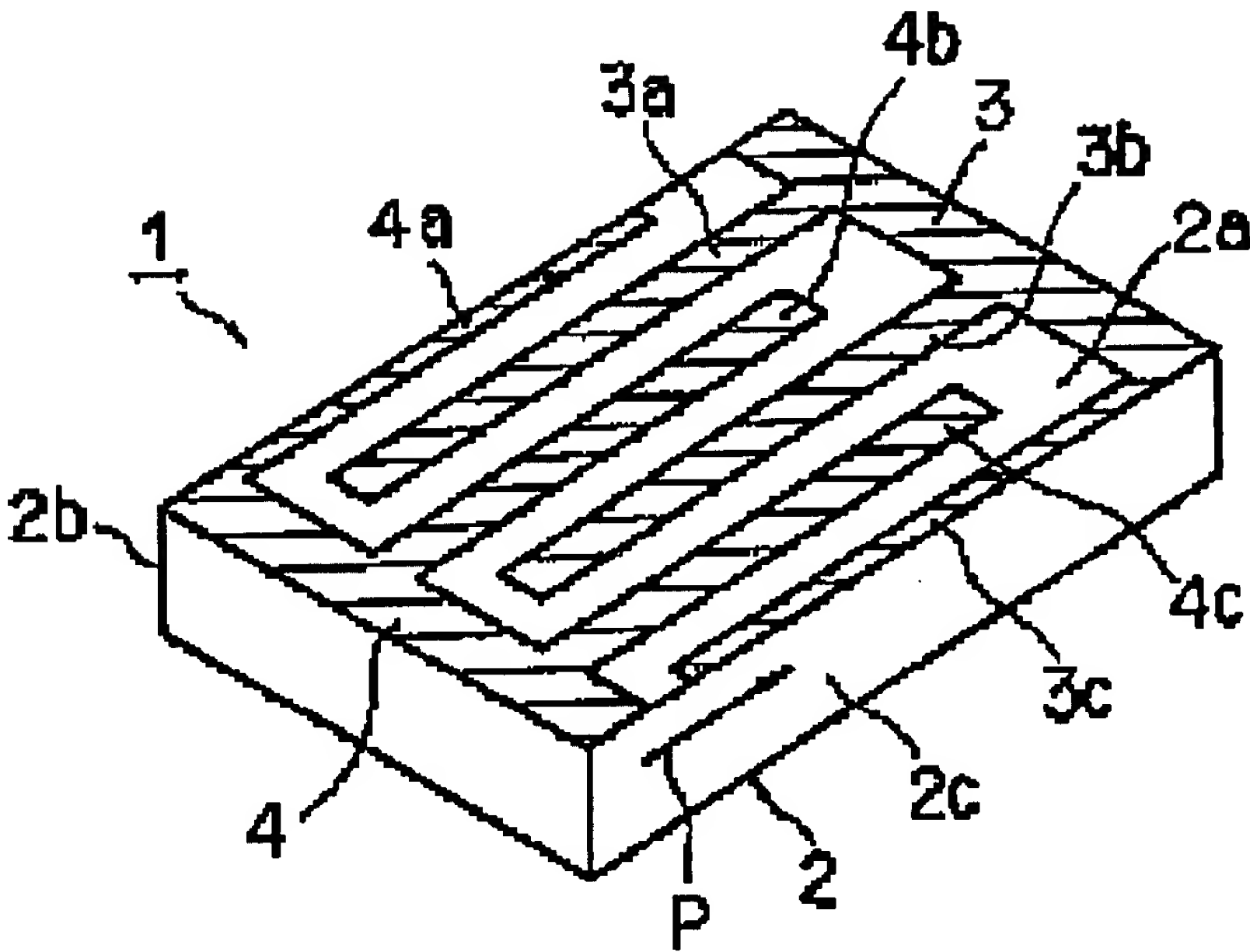
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the surface acoustic wave device that is configured by using a piezoelectric substrate with an excellent temperature characteristic and a high electromechanical coupling coefficient at a low cost.

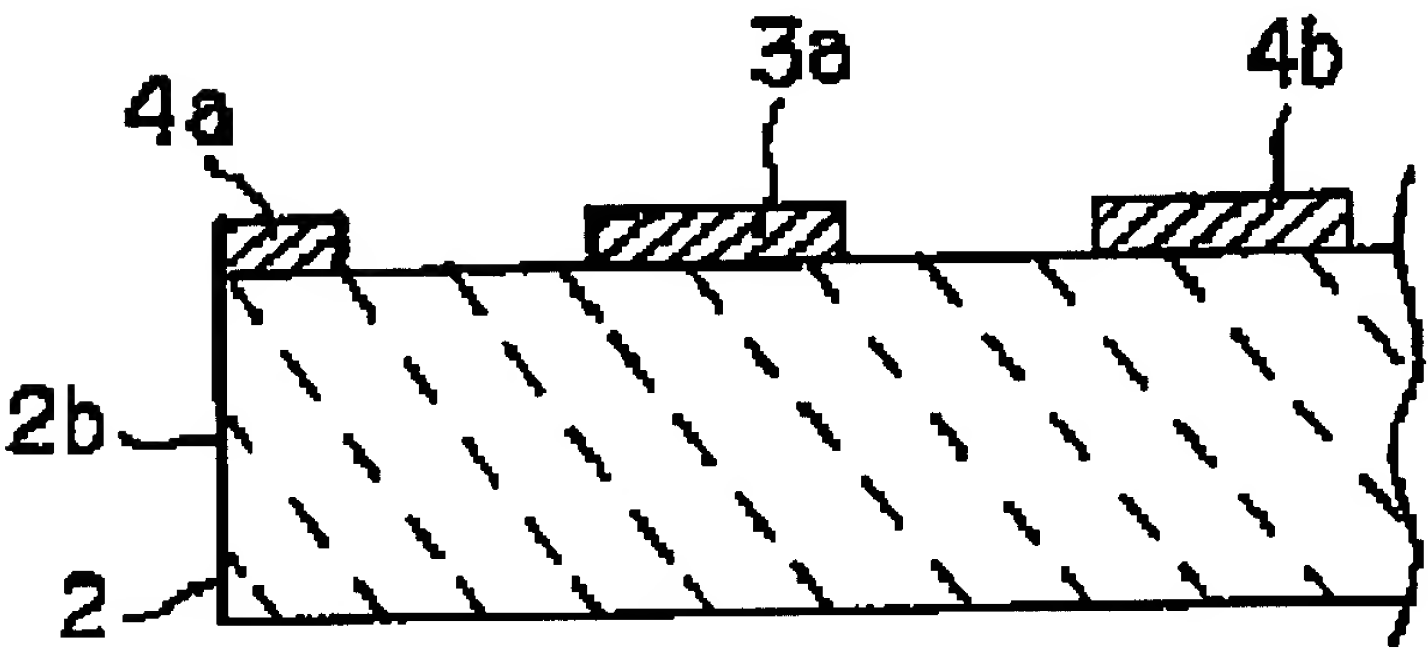
SOLUTION: At least one interdigital electrode is placed on a crystal rotation Y board expressed by Euler's angles (0,  $\theta$ ,  $\phi$ ;) so that an angle  $\phi$  between a surface wave propagating direction and a crystal X axis is about 90° in the surface acoustic wave device 1. In this case, comb-tooth electrodes 3, 4 of the interdigital electrode are made of at least tungsten and the  $\theta$  is selected to be  $125^\circ < \theta < 130^\circ$  or equivalent.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(a)



(b)



①

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-233645

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月2日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I		
H 0 3 H	9/25	H 0 3 H	9/25	C
	9/145		9/145	C

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平9-36001	(71) 出願人	000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号
(22) 出願日	平成9年(1997) 2月20日	(72) 発明者	藤本 耕治 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式 会社村田製作所内
		(72) 発明者	門田 道雄 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式 会社村田製作所内
		(72) 発明者	米田 年麿 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式 会社村田製作所内
		(74) 代理人	弁理士 宮▼崎▲ 主税 (外1名)

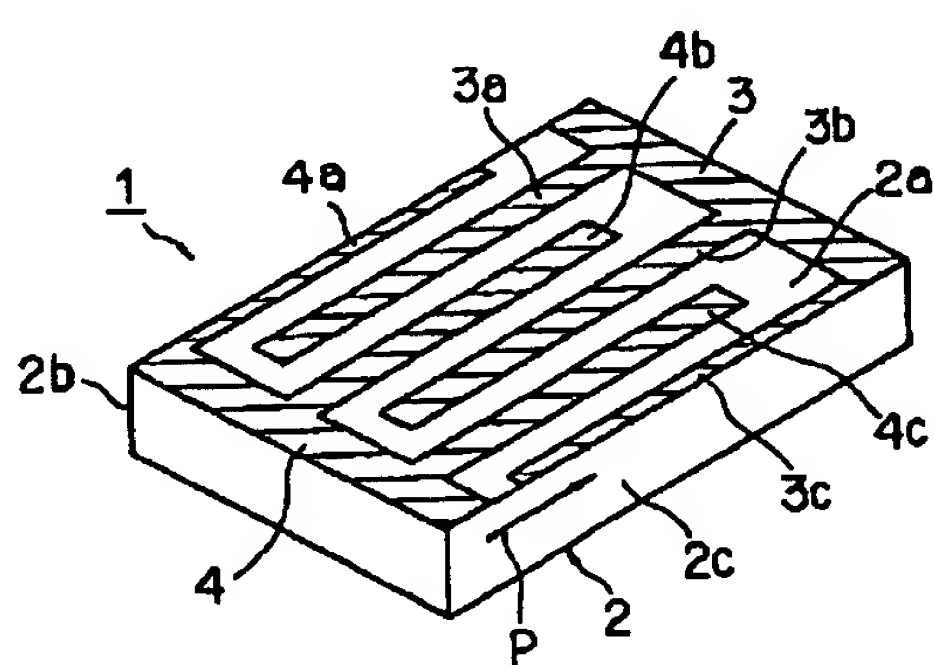
(54) 【発明の名称】 弾性表面波装置

(57) 【要約】

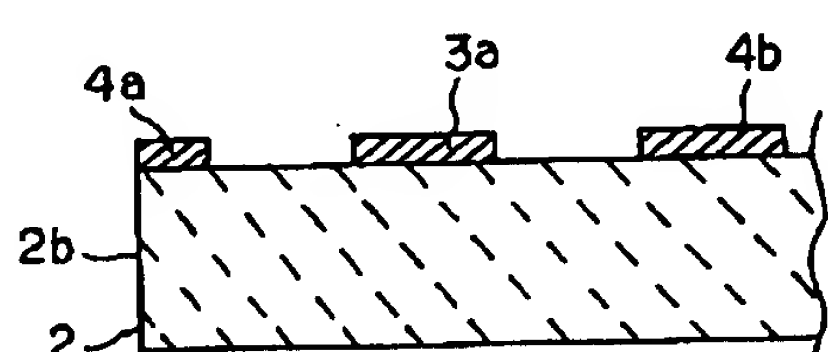
【課題】 温度特性が良好であるだけでなく、電気機械結合係数が大きな圧電基板を用いて構成されており、かつ安価に提供し得る弾性表面波装置を構成する。

【解決手段】 オイラー角 ( $0, \theta, \phi$ ) で表される水晶回転Y板2上に、表面波伝搬方向と水晶X軸とのなす角度  $\phi$  が約90度となるように少なくとも一つのインターデジタル電極を配置してなる弾性表面波装置1において、インターデジタル電極を構成するくし歯電極3、4が少なくともタングステンからなり、 $\theta$  が  $125^\circ < \theta < 130^\circ$  及びこれと等価な範囲とされている表面波装置。

(a)



(b)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 オイラー角が $(0, \theta, \phi)$ で表される水晶回転Y板上に、表面波伝搬方向と水晶X軸とのなす角度 $\phi$ が約90度となるように少なくとも一つのインターデジタル電極を配置してなる弾性表面波装置において、  
前記インターデジタル電極が少なくともタングステンからなり、  
前記 $\theta$ が $125^\circ < \theta < 130^\circ$  及びこれと等価な範囲\*

$$\theta = 122.15 + 376.83 \times (h/\lambda) + 878.89 \times (h/\lambda)^2 \pm 0.5$$

\*とされていることを特徴とする、弾性表面波装置。

【請求項2】 前記タングステンよりなるインターデジタル電極の膜厚を $h$ 、表面波の波長を $\lambda$ としたとき、インターデジタル電極の規格化膜厚 $h/\lambda$ が $0.0075 < h/\lambda \leq 0.027$ の範囲とされている、請求項1に記載の弾性表面波装置。

【請求項3】 前記 $\theta$ と、 $h/\lambda$ とが、下記の式(1)で表される関係にある、

$$\text{【数1】} \dots \text{式(1)}$$

請求項2に記載の弾性表面波装置。

【請求項4】 オイラー角が $(0, \theta, \phi)$ で表される水晶回転Y板上に、表面波伝搬方向と水晶X軸とのなす角度 $\phi$ が約90度となるように少なくとも一つのインターデジタル電極を配置してなる弾性表面波装置において、  
前記インターデジタル電極が少なくともタンタルからなり、

前記 $\theta$ が $125^\circ < \theta < 132^\circ$  及びこれと等価な範囲※

$$\theta = 122.4917 + 2921.45 \times (h/\lambda) \dots \text{式(2)}$$

※とされていることを特徴とする、弾性表面波装置。

【請求項5】 前記タンタルよりなるインターデジタル電極の膜厚を $h$ 、表面波の波長を $\lambda$ としたとき、インターデジタル電極の規格化膜厚 $h/\lambda$ が $0.006 < h/\lambda \leq 0.031$ の範囲とされている、請求項4に記載の弾性表面波装置。

【請求項6】 前記 $\theta$ と、 $h/\lambda$ とが、下記の式(2)で表される関係にある、

$$\text{【数2】} \dots \text{式(2)}$$

請求項5に記載の弾性表面波装置。

【請求項7】 SHタイプの表面波を利用した端面反射型表面波装置である、請求項1～6の何れかに記載の弾性表面波装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば共振子や帯域フィルタとして用いられる弾性表面波装置に関し、より詳細には、温度変化に対する周波数変動が少ない、安定性に優れた弾性表面波装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】弾性表面波装置は、帯域フィルタや共振子として幅広く用いられており、弾性表面波装置では、電気機械結合係数の高い圧電基板が求められている。また、用途によっては、温度変化に対して安定な特性を有する弾性表面波装置が求められている。

【0003】従来、温度特性が優れた圧電基板として、STカット水晶基板、LSTカット水晶基板などが知られている。また、特公昭61-45892号公報には、回転Yカット水晶基板上に、X軸と弾性表面波伝搬方向が約90度の角度をなすようにAuよりなるインターデジタル電極を配置することにより、温度特性が改良されている弾性表面波装置が開示されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のSTカット水晶基板やLSTカット水晶基板は、温度特性は良好であるものの、電気機械結合係数が小さいという問題があった。

【0005】また、特公昭61-45892号公報に開示されている弾性表面波装置では、インターデジタル電極がAuよりなるため、コストが高くつくという問題があった。

【0006】また、Auは、基板への密着強度が弱いという問題もあった。本発明の目的は、温度特性が良好であるだけでなく、電気機械結合係数が大きな圧電基板を用いて構成されており、かつ安価に提供し得る弾性表面波装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、オイラー角が $(0, \theta, \phi)$ で表される水晶回転Y板上に、表面波伝搬方向と水晶X軸とのなす角度 $\phi$ が約90度となるように少なくとも一つのインターデジタル電極を配置してなる弾性表面波装置において、前記インターデジタル電極が少なくともタングステンからなり、前記 $\theta$ が $125^\circ < \theta < 130^\circ$  及びこれと等価な範囲とされていることを特徴とする。なお、少なくともタングステンからなる旨の表現は、タングステンのみからなるもの、並びに、例えばタングステンとアルミニウムのような他の材料とを積層したものの何れであってもよいことを意味する。積層する場合、タングステン及びアルミニウムなどの何れを上方または下方に位置させてもよい。

【0008】請求項1に記載の発明においては、好ましくは、請求項2に記載のように、タングステンよりなるインターデジタル電極（積層構造の場合には、タングス

テンよりなる電極)の膜厚を $h$ 、表面波の波長を $\lambda$ としたとき、インターデジタル電極の規格化膜厚 $h/\lambda$ が  
 $0.0075 < h/\lambda \leq 0.027$ の範囲とされる。また  

$$\theta = 122.15 + 376.93 \times (h/\lambda) + 978.89 \times (h/\lambda)^2 \pm 0.5$$

【0010】で示される式(1)で表される関係を満たすように構成される。請求項4に記載の発明は、オイラー角が $(0, \theta, \phi)$ で表される水晶回転Y板上に、表面波伝搬方向と水晶X軸とのなす角度 $\phi$ が約90度となるように少なくとも一つのインターデジタル電極を配置してなる弾性表面波装置において、前記インターデジタル電極が少なくともタンタルからなり、前記 $\theta$ が $125^\circ < \theta < 132^\circ$ 及びこれと等価な範囲とされていることを特徴とする。なお、少なくともタンタルからなる旨の表現は、タンタルのみからなるもの、並びに例えばタンタルとアルミニウムのような他の材料とを積層したもの何れであってもよいことを意味する。積層する場合、タンタル及びアルミニウムなどの何れを上方または※

$$\theta = 122.4817 + 2821.45 \times (h/\lambda) + \dots \quad \text{式(2)}$$

【0013】また、請求項1～6に記載の発明に係る弾性表面波装置は、好ましくは、SHタイプの表面波を利用した端面反射型表面波装置として構成されている。なお、SHタイプの表面波とは、変位が表面波伝搬方向と垂直かつ基板表面に平行な変位を主成分とする表面波を広く含むものとし、例えば、漏洩弾性波、BGS波、ラブ波などを例示することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ、本発明の非限定的な実施例を説明する。

(第1の実施例)図1(a)及び(b)は、本発明の第1の実施例に係る表面波装置を説明するための斜視図及び部分切欠断面図である。

【0015】表面波装置1は、表面波として、ラブ波のようなSH波を利用した端面反射型表面波共振子である。表面波装置1では、水晶回転Y板2上に、くし歯電極3、4からなる一つのインターデジタル電極が開示されている。くし歯電極3、4は、それぞれ、複数の電極指3a～3c、4a～4cを有する。電極指3a～3cと、電極指4a～4cとは互いに間挿し合うように配置されている。また、表面波装置1においては、電極指3a～3c及び電極指4a～4cの延びる方向に直交する方向に表面波が励振されるが、この表面波伝搬方向両端に位置する電極指4a、3cは、その幅が、約 $\lambda/8$ とされている。他の電極指3a、3b、4b、4cは、幅が $\lambda/2$ とされており、かつ電極指間の間隔も全て $\lambda/2$ とされている。

$$k^2 = 2 \times (V_0 - V_s) / V_0 \quad \text{式(3)}$$

【0020】なお、式(3)において、 $v_0$ は、タング

※た、より好ましくは、上記オイラー角のうち $\theta$ は、

【0009】

【数3】

..... 式(1)

※下方に位置させてもよい。

【0011】請求項4に記載の発明においては、好ましくは、請求項5に記載のように、前記タンタルよりなるインターデジタル電極(積層構造の場合には、タンタルよりなる電極)の膜厚を $h$ 、表面波の波長を $\lambda$ としたとき、インターデジタル電極の規格化膜厚 $h/\lambda$ が $0.006 < h/\lambda \leq 0.031$ の範囲とされている。また、より好ましくは、請求項6に記載のように、上記角度 $\theta$ と、 $h/\lambda$ とが、下記の式(2)で表される関係となる。

【0012】

【数4】

..... 式(2)

★【0016】表面波装置1は、SHタイプの表面波を利用した端面反射型表面波共振子であり、対向二端面2b、2c間で表面波を反射させ、共振させるものである。本実施例に係る表面波装置1の特徴は、上記インターデジタル電極、すなわちくし歯電極3、4がタングステンからなり、オイラー角が $(0, \theta, \phi)$ で表される水晶回転Y板2の角度 $\theta$ が $125^\circ < \theta < 130^\circ$ の範囲とされていることにあり、それによって表面波装置1の温度特性が良好なものとされている。これを、図2～図4を参照して説明する。

【0017】図2は、本実施例で用いられている、オイラー角が $(0, 127, 90)$ の水晶回転Y板2の表面波の音速を有限要素法により解析した結果を示す図である。図2の結果は、上記水晶回転Y板上に、種々の膜厚でタングステン薄膜を形成し、水晶の弾性定数、圧電定数、誘電率、密度及び線膨脹係数、並びにタングステン薄膜の弾性定数、密度、線膨脹係数及び膜厚を考慮し、有限要素法により解析した結果である。

【0018】図2から明らかなように、タングステン薄膜の規格化膜厚 $h/\lambda$ を大きくしていくことにより、表面波の音速が遅くなることがわかる。また、上記表面波の音速に基づいて、各タングステン薄膜の規格化膜厚と電気機械結合係数 $k^2$ (%)との関係を測定した。結果を図3に示す。なお、図3における電気機械結合係数 $k^2$ は、以下の式(3)を用いて計算した値である。

【0019】

【数5】

..... 式(3)

ステン誘電率を1とした場合の表面波の音速を、 $v_s$



はタングステンの誘電率を0とした場合の表面波の音速を示す。

【0021】図3から明らかなように、タングステン薄膜の規格化膜厚 $h/\lambda$ が0.0075より大きく、0.027以下の範囲で、電気機械結合係数 $k^2$ が0.3%以上と高いことがわかる。従って、タングステンよりなるインターデジタル電極の規格化膜厚 $h/\lambda$ を0.0075より大きく、0.027以下とすることにより、電気機械結合係数 $k^2$ の大きい表面波装置を構成し得ることがわかる。

【0022】また、上記水晶回転Y板2のオイラー角 $(0, \theta, \phi)$ のうち、 $\phi=90^\circ$ とし、角度 $\theta$ が種々異なる構造につき、上述した各種定数の温度変化を考慮し、 $-20\sim 80^\circ\text{C}$ の範囲における表面波の音速の温度特性を測定した。なお、図4の温度特性TCFは、共振周波数の温度変化による変動の割合を示す。結果を図4に示す。

【0023】図4においては、タングステン薄膜の規格化膜厚 $h/\lambda$ を、0.0010、0.0050、0.0075、0.0100、0.0150、0.0200及び0.0300とした各場合についての結果が示されている。

【0024】図4から明らかなように、タングステン薄膜の規格化膜厚が $0.0075 < h/\lambda \leq 0.027$ の範囲で温度特性TCFが0となるのは、 $125^\circ < \theta < 130^\circ$ の範囲であることがわかる。従って、オイラー角 $(0, \theta, 90)$ の水晶回転Y板を用いる場合、 $\theta$ を上記のように、125度から130度の範囲とすることにより、温度特性が良好な表面波装置を構成し得ることがわかる。

【0025】また、図3及び図4の結果から、 $\theta$ と $h/\lambda$ との関係を上述した式(1)を満たすように構成すれば、電気機械結合係数 $k^2$ が0.3%以上と高く、かつ温度特性がより一層良好な表面波装置を構成することができることがわかる。

【0026】なお、オイラー角 $(0, \theta, \phi)$ における\*

$$k^2 = 2 \times (V_0 - V_s) / V_0 \quad \text{式(4)}$$

【0032】なお、式(4)において、 $v_0$ は、タンタルの誘電率を1とした場合の表面波の音速を、 $v_s$ はタンタルの誘電率を0とした場合の表面波の音速を示す。図6から明らかなように、タンタル薄膜の規格化膜厚 $h/\lambda$ が0.006より大きく、0.031以下の範囲で、電気機械結合係数 $k^2$ が0.3%以上と高いことがわかる。従って、タンタルよりなるインターデジタル電極の規格化膜厚 $h/\lambda$ を0.006より大きく、0.031以下とすることにより、電気機械結合係数 $k^2$ の大きい表面波装置を構成し得ることがわかる。

【0033】また、上記水晶回転Y板2のオイラー角 $(0, \theta, \phi)$ のうち、 $\phi=90^\circ$ とし、角度 $\theta$ が種々異なる構造につき、上述した各種定数の温度変化を考慮

\* $\phi$ については、 $90^\circ$ に限定されるものではなく、約 $90^\circ$ 、すなわち、 $90^\circ \pm 10^\circ$ の範囲にあれば、上記と同様に、温度特性が良好な表面波装置を構成し得ることが本願発明者により確かめられている。

【0027】(第2の実施例) 第2の実施例は、請求項4に記載の発明に係る弾性表面波装置に関するものであり、インターデジタル電極がタンタルにより構成されていることを除いては、その構造については、第1の実施例と同様である。従って、図1(a)及び(b)に示した表面波装置についての説明を援用することにより、第2の実施例の表面波装置の構造の説明は省略する。

【0028】本実施例に係る表面波装置の特徴は、インターデジタル電極、すなわち、くし歯電極がタンタルからなり、オイラー角が $(0, \theta, \phi)$ で表される水晶回転Y板の角度 $\theta$ が $125 < \theta = 132^\circ$ の範囲とされていることにあり、それによって、温度特性が良好なものとされている。これを、図5～図7を参照して説明する。

【0029】図5は、本実施例で用いられている、オイラー角が $(0, 127, 90)$ の水晶回転Y板2の表面波の音速を有限要素法により解析した結果を示す図である。図5の結果は、上記水晶回転Y板上に、種々の膜厚でタンタル薄膜を形成し、水晶の弾性定数、圧電定数、誘電率、密度及び線膨脹係数、並びにタンタル薄膜の弾性定数、密度、線膨脹係数及び膜厚を考慮し、有限要素法により解析した結果である。

【0030】図5から明らかなように、タンタル薄膜の規格化膜厚 $h/\lambda$ を大きくしていくことにより、表面波の音速が遅くなることがわかる。また、上記表面波の音速に基づき、各タンタル薄膜の規格化膜厚と電気機械結合係数 $k^2$ (%)との関係を測定した。結果を図6に示す。なお、図6における電気機械結合係数 $k^2$ は、以下の式(4)を用いて計算した値である。

【0031】

【数6】

$$k^2 = 2 \times (V_0 - V_s) / V_0 \quad \text{式(4)}$$

し、 $-20\sim 80^\circ\text{C}$ の範囲における表面波の音速の温度特性を測定した。結果を図7に示す。

【0034】なお、図7においては、タンタル薄膜の規格化膜厚 $h/\lambda$ を、0.0010、0.0050、0.0075、0.0100、0.0150、0.0200及び0.0300とした各場合についての結果が示されている。

【0035】図7から明らかなように、タンタル薄膜の規格化膜厚が $0.006 < h/\lambda \leq 0.031$ の範囲で温度特性TCFが0となるのは、 $125^\circ < \theta < 132^\circ$ の範囲であることがわかる。従って、オイラー角

$(0, \theta, 90)$ の水晶回転Y板を用いる場合、 $\theta$ を上記のように、125度から132度の範囲とすること

により、温度特性が良好な表面波装置を構成し得ることがわかる。

【0036】なお、オイラー角 $(0, \theta, \phi)$ における $\phi$ については、 $90^\circ$ に限定されるものではなく、約 $90^\circ$ 、すなわち、 $90^\circ \pm 10^\circ$ の範囲にあれば、上記と同様に、温度特性が良好な表面波装置を構成し得ることが本願発明者により確かめられている。

【0037】また、図6及び図7の結果から、 $\theta$ と $h/\lambda$ との関係を上述した式(2)を満たすように構成すれば、電気機械結合係数が高く、かつ温度特性がより一層良好な表面波装置を提供し得ることがわかる。

【0038】(その他の変形例)第1、第2の実施例では、端面反射型の表面波共振子についての例を示したが、請求項1、4に記載の発明に係る弾性表面波装置は、端面反射型の表面波装置に限定されるものではなく、リフレクタータイプの表面波共振子にも適用し得る。

【0039】さらに、表面波共振子以外の表面波フィルタや表面波遅延線などにも適用することができることを指摘しておく。

【0040】

【発明の効果】請求項1に記載の発明によれば、オイラー角が $(0, \theta, \phi)$ で表される水晶回転Y板上に、少なくとも一つのインターデジタル電極を配置してなる弾性表面波装置において、インターデジタル電極が少なくともタンタムからなり、上記角度 $\theta$ が $125^\circ < \theta < 130^\circ$ 及びこれと等価な範囲とされているため、高価なAu電極を用いることなく、温度特性が良好な弾性表面波装置を安価に提供することが可能となる。

【0041】また、請求項2に記載のように、インターデジタル電極の規格化膜厚 $h/\lambda$ を、上記特定の範囲とすることにより、電気機械結合係数の大きな弾性表面波装置を構成することができる。

【0042】請求項3に記載の発明によれば、 $\theta$ と、インターデジタル電極の規格化膜厚 $h/\lambda$ とが式(1)で表される関係であるため、温度特性が良好であり、かつ電気機械結合係数が大きな表面波装置を確実に提供することが可能となる。

【0043】請求項4に記載の発明によれば、オイラー角が $(0, \theta, \phi)$ で表される水晶回転Y板上に、少なくとも一つのインターデジタル電極を配置してなる弾性

表面波装置において、インターデジタル電極が少なくともタンタルからなり、上記角度 $\theta$ が $125^\circ < \theta < 132^\circ$ 及びこれと等価な範囲とされているため、高価なAu電極を用いることなく、温度特性が良好な弾性表面波装置を提供することが可能となる。

【0044】また、請求項5に記載のように、インターデジタル電極の規格化膜厚 $h/\lambda$ を、上記特定の範囲とすることにより、電気機械結合係数の大きな弾性表面波装置を構成することができる。

【0045】請求項6に記載の発明によれば、 $\theta$ と、インターデジタル電極の規格化膜厚 $h/\lambda$ とが式(2)で表される関係であるため、温度特性が良好であり、かつ電気機械結合係数が大きな表面波装置を確実に提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)及び(b)は、本発明の第1の実施例の弾性表面波装置の斜視図及び部分切欠断面図。

【図2】 $(0, 127^\circ, 90^\circ)$ の水晶回転Y板におけるタングステン薄膜の規格化膜厚 $h/\lambda$ と表面波の音速との関係を示す。

【図3】 $(0, 127^\circ, 90^\circ)$ の水晶回転Y板上にタングステン薄膜を形成した構造におけるタングステン薄膜の規格化膜厚 $h/\lambda$ と電気機械結合係数 $k^2$ との関係を示す図。

【図4】 $(0, \theta, 90^\circ)$ の水晶回転Y板上にタングステン薄膜を形成した構造において、 $\theta$ と、温度特性TCFとの関係を示す図。

【図5】 $(0, 127^\circ, 90^\circ)$ の水晶回転Y板におけるタンタル薄膜の規格化膜厚 $h/\lambda$ と表面波の音速との関係を示す。

【図6】 $(0, 127^\circ, 90^\circ)$ の水晶回転Y板上にタンタル薄膜を形成した構造におけるタングステン薄膜の規格化膜厚 $h/\lambda$ と電気機械結合係数 $k^2$ との関係を示す図。

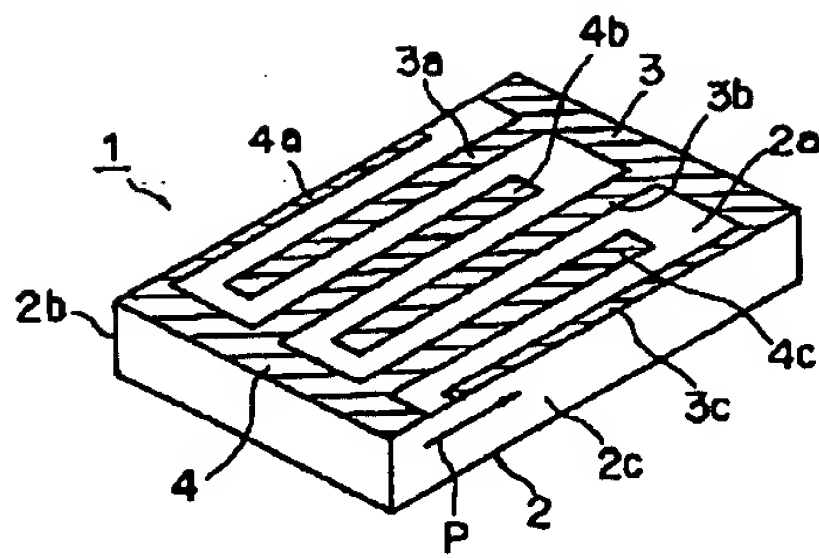
【図7】 $(0, \theta, 90^\circ)$ の水晶回転Y板上にタンタル薄膜を形成した構造において、 $\theta$ と、温度特性TCFとの関係を示す図。

【符号の説明】

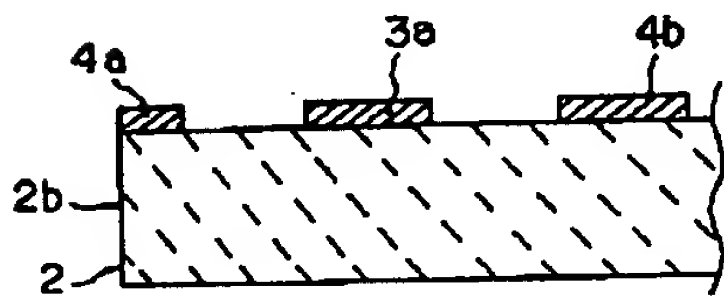
- 1……………表面波装置
- 2……………水晶回転Y板
- 3, 4……………くし歯電極

【図1】

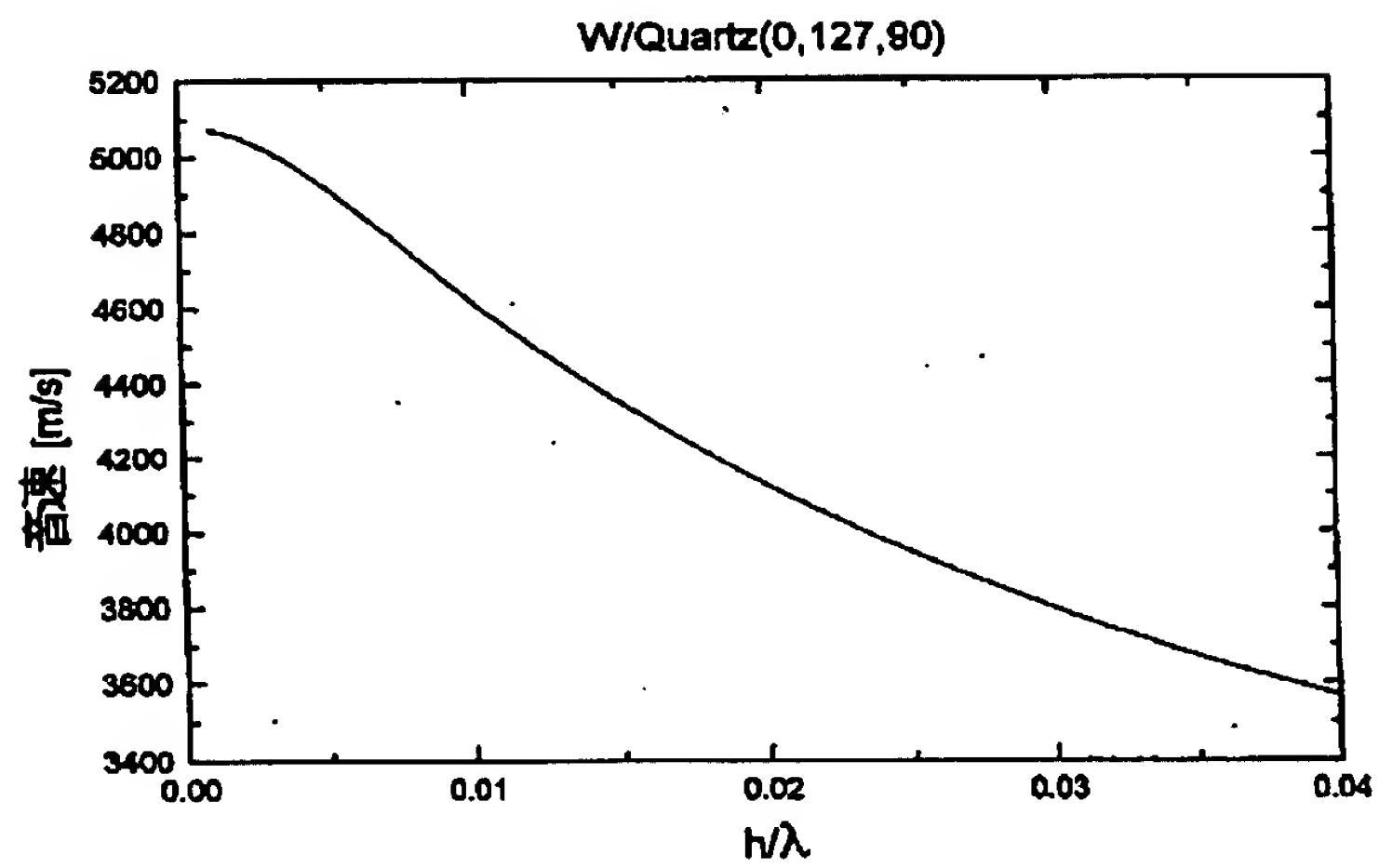
(a)



(b)

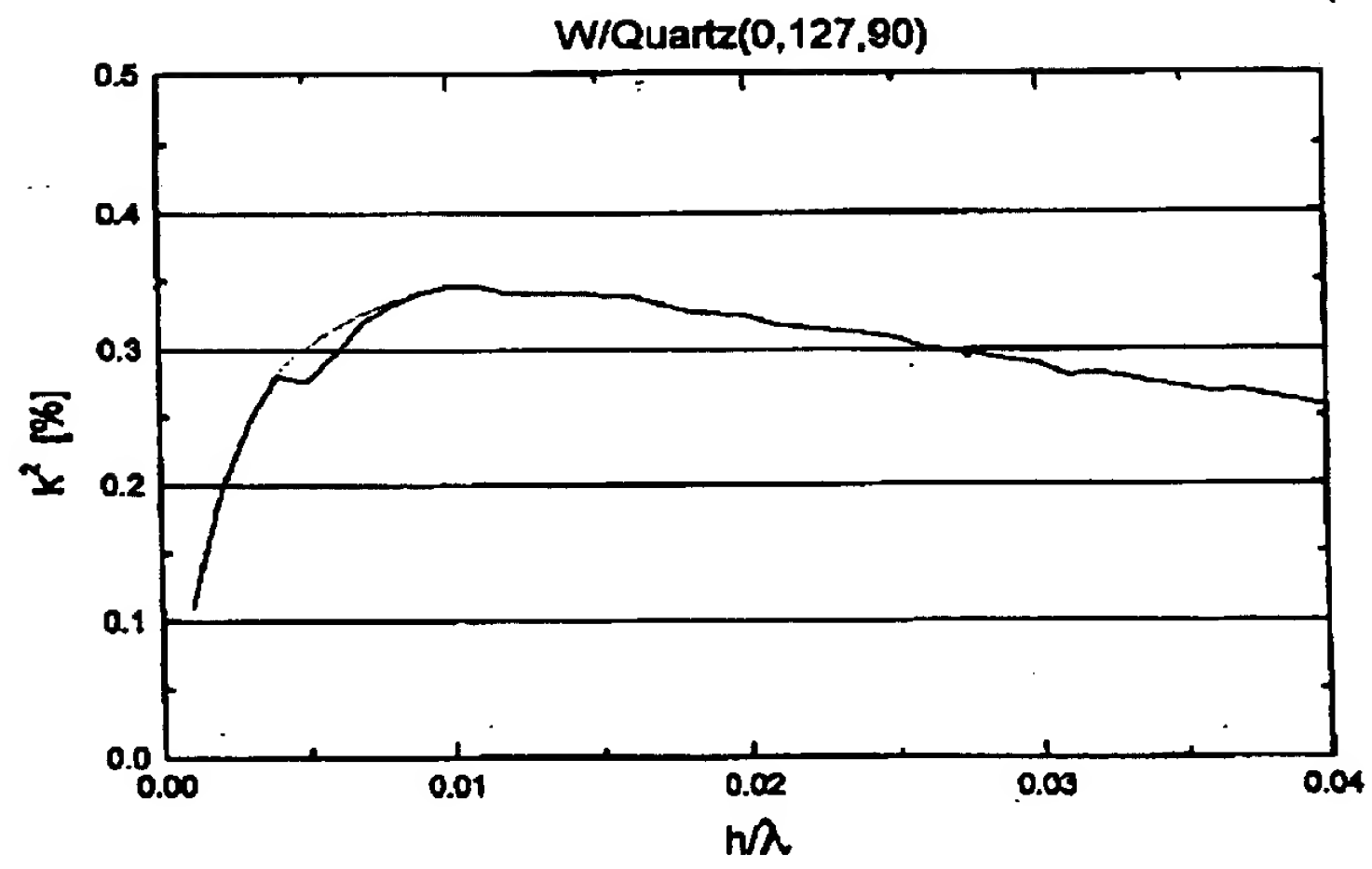


【図2】

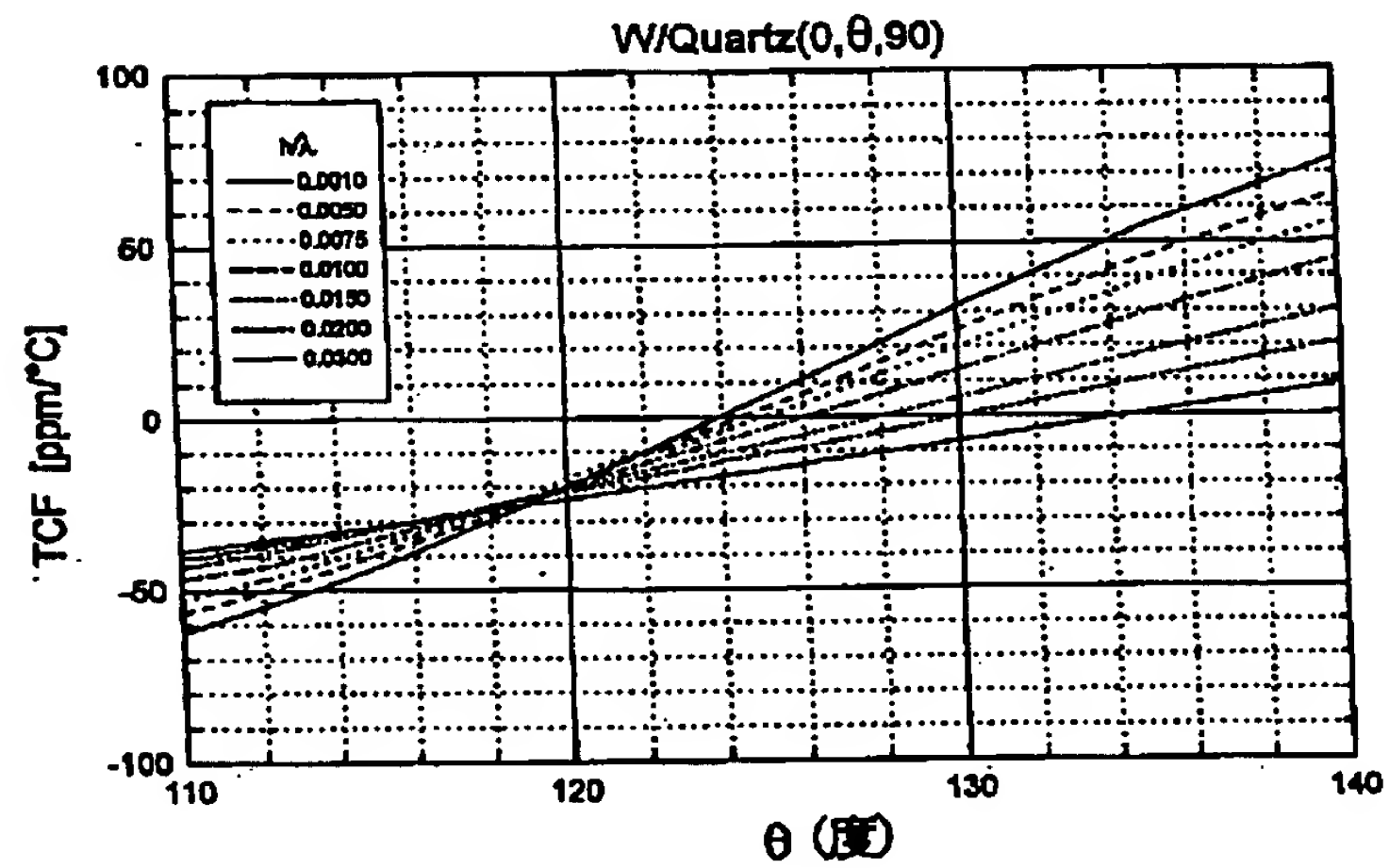




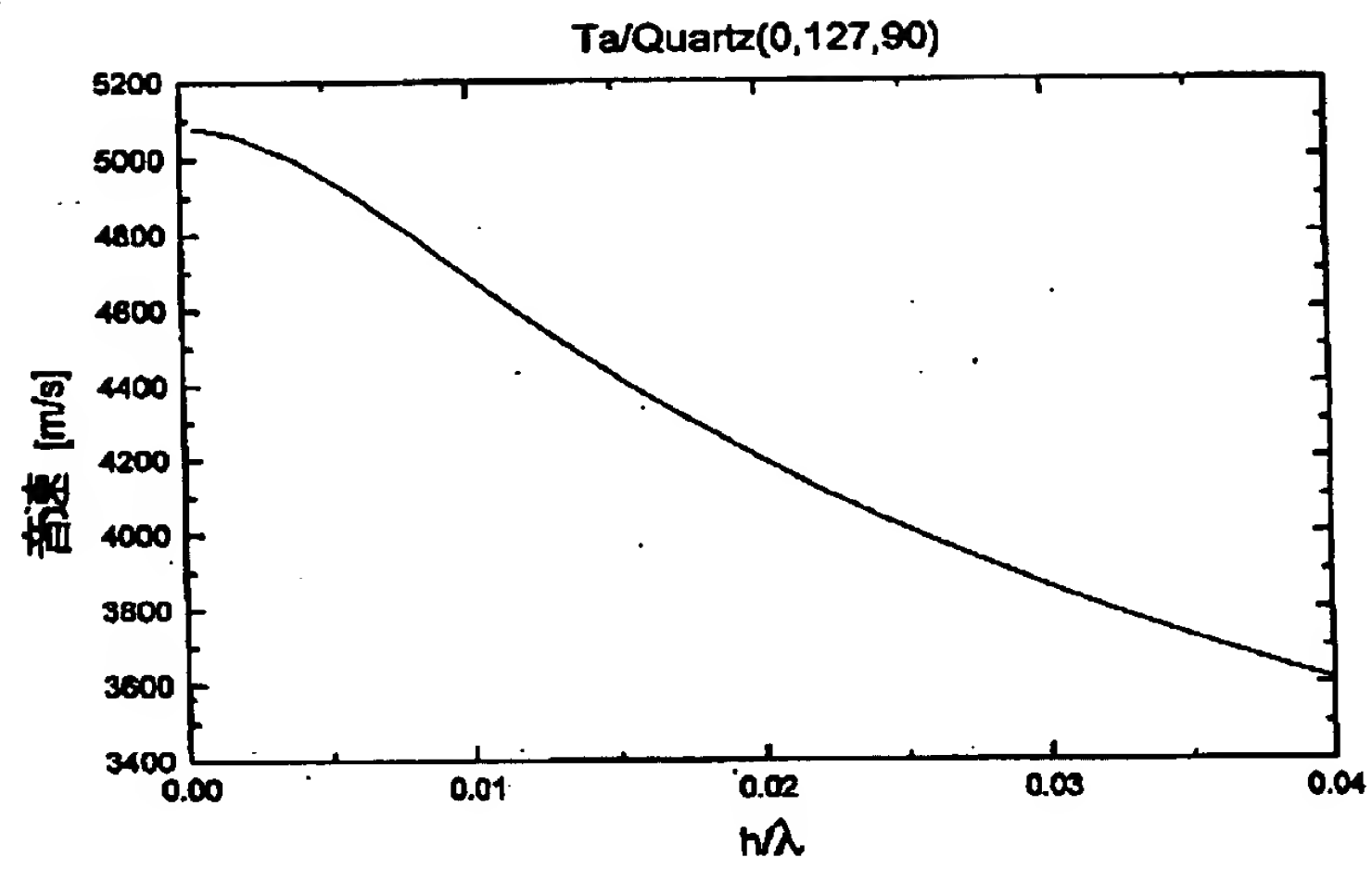
【図3】



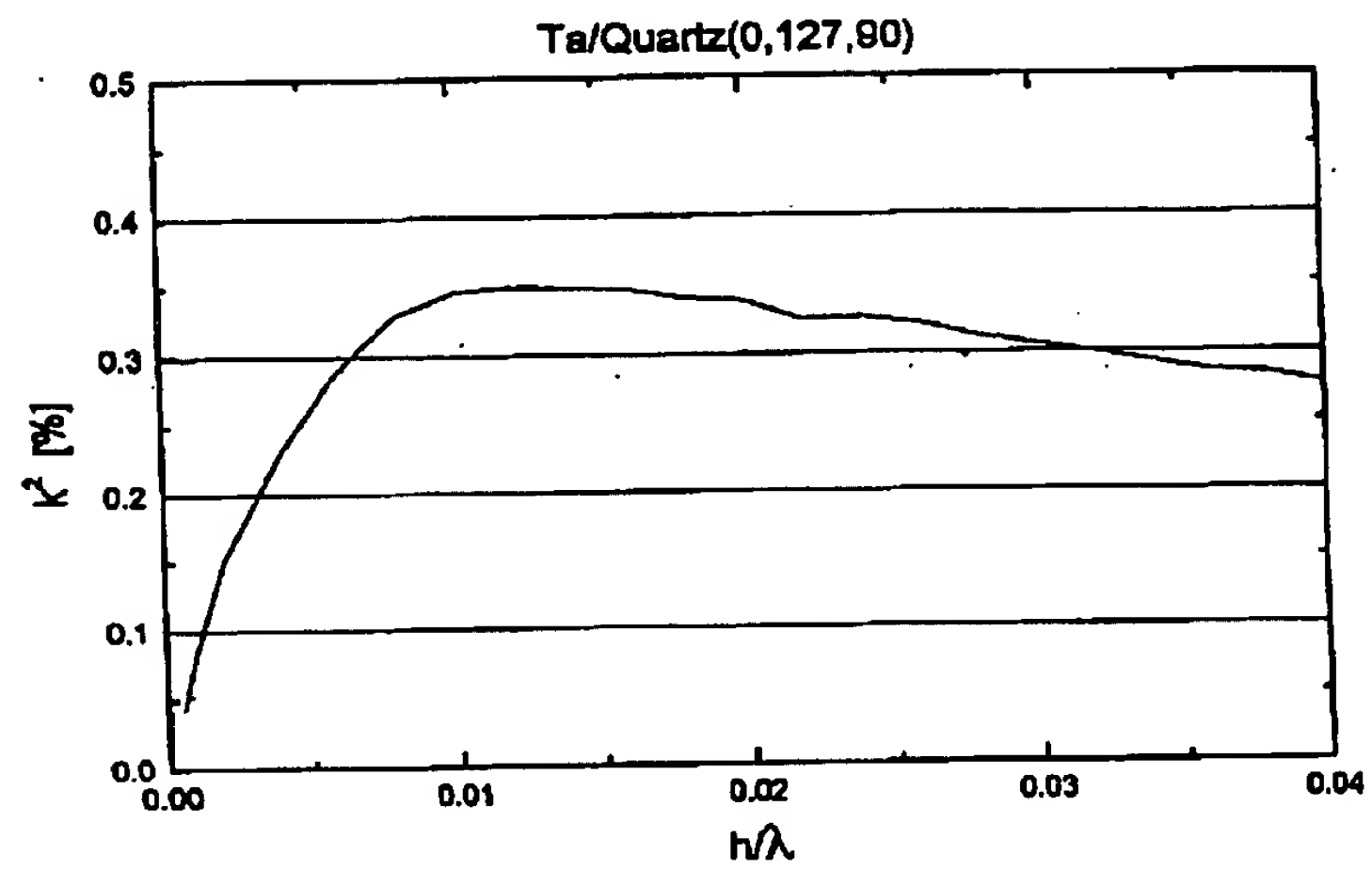
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

